

0381-283
10/798,351

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 3 1 4 4 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 4 3 1 4 4 9]

願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

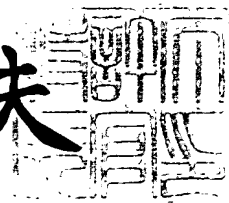
BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 3 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 3 7 0 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 A000304382
【提出日】 平成15年12月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04B 1/707
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝マイクロエ
 レクトロニクスセンター内
 【氏名】 堀崎 耕司
【特許出願人】
 【識別番号】 000003078
 【氏名又は名称】 株式会社 東芝
【代理人】
 【識別番号】 100058479
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鈴江 武彦
 【電話番号】 03-3502-3181
【選任した代理人】
 【識別番号】 100091351
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 河野 哲
【選任した代理人】
 【識別番号】 100088683
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中村 誠
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108855
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 蔵田 昌俊
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084618
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 村松 貞男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092196
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 橋本 良郎
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011567
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

受信信号に含まれる短い周期性を有する第 1 の信号の周波数のずれ量を検出し、

前記受信信号に含まれる前記第 1 の信号より長い周期を有する第 2 の信号の周波数のずれ量を検出し、

前記第 1 の信号の周波数のずれ量と前記第 2 の信号の周波数のずれ量に基づいて、前記受信信号の周波数のずれ量を決定し、前記受信信号の周波数を調整することを特徴とする周波数調整方法。

【請求項 2】

前記第 1 の信号を利用した周波数ずれ量の検出結果から周波数ずれ量の範囲を示す領域を選択し、

前記第 2 の信号を利用した周波数ずれ量の検出結果から、前記選択された領域の範囲内で周波数ずれ量を決定することを特徴とする請求項 1 記載の周波数調整方法。

【請求項 3】

前記第 1 の信号を利用した周波数ずれ量の検出結果から周波数ずれ量の範囲を示す領域を選択し、

前記第 2 の信号を利用した周波数ずれ量の検出結果と、前記第 1 の信号を利用した周波数ずれ量の検出結果との合成結果により、前記選択された領域の範囲内で周波数ずれ量を決定することを特徴とする請求項 1 記載の周波数調整方法。

【請求項 4】

受信信号に含まれる短い周期性を有する第 1 の信号の周波数のずれ量を検出する第 1 の検出部と、

前記受信信号に含まれる前記第 1 の信号より長い周期を有する第 2 の信号の周波数のずれ量を検出する第 2 の検出部と、

前記第 1 の検出部により検出された前記周波数のずれ量と前記第 2 の検出部により検出された周波数のずれ量に基づいて、前記受信信号の周波数のずれ量を決定する決定部と、

前記決定部により決定された周波数のずれ量に基づき、前記受信信号の周波数を調整する周波数調整部と

を具備することを特徴とする周波数調整装置。

【請求項 5】

前記決定部は、前記第 1 の検出部から供給される前記周波数のずれ量に応じて位相の領域を判定する判定部と、

前記判定部により判定された領域と、前記第 2 の検出部から供給される前記周波数のずれ量に応じて前記受信信号の周波数のずれ量を演算する演算部と

を具備することを特徴とする周波数調整装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】周波数調整方法及び装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、搬送波を用いた通信システム、例えば高速な周波数同期を必要とする無線 LAN に適用される周波数調整方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

搬送波を変調して情報を伝送する通信装置は、送信機、受信機でその搬送波周波数を一致させることが望まれる。しかし、一般に、送信機と受信機の搬送波周波数を正確に一致させた状態に保つことは困難である。このため、通信開始に先立ち受信機において搬送波周波数の調整が行われる。

【0 0 0 3】

近時、例えばパーソナルコンピュータ相互の配線を不要とし、パーソナルコンピュータの設置場所の制限を緩和する無線 LAN が実用化されている。この無線 LAN は、例えば OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) と呼ばれる変調方式を使用し、高速な周波数同期を必要とする。受信機は送信機からの信号を受信し、この受信信号に周波数を高速に同期させる必要がある。一般に、周波数を同期させる場合、先ず、周波数を粗調整し、この後、微調整するという方式が用いられている（例えば特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 1 7 7 4 3 6 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

上記のように、受信周波数を粗調整した後、微調整し所要の周波数に一致させるという方式は、調整範囲、調整制度ともに優れている。しかし、粗調整完了後に受信周波数のずれ量を測定し、この測定したずれ量に基づいて微調整を開始するため、調整に長時間を要する。無線 LAN (IEEE 802.11a) のように、高速に周波数が変化するシステムにおいては、短時間に自動周波数制御 (Auto Frequency Control : AFC) を収束させる必要がある。このため、AFC に要する時間を短くしたいという要求がある。

【0 0 0 5】

短時間の内に粗調整、及び微調整を完了させるためには、受信後早い時刻から粗調整を開始する必要がある。しかし、データ信号に先立って送信されるプリアンプルと呼ばれる領域において、パケットの先頭部分の信号は雑音の影響により周波数変動を受け易い。このため、受信信号の周波数のずれ量を正確に検出することが困難であった。

【0 0 0 6】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、雑音の影響を抑制でき、正確に周波数調整を行なうことが可能な周波数調整方法及び装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本発明の周波数調整方法の態様は、受信信号に含まれる短い周期性を有する第 1 の信号の周波数のずれ量を検出し、前記受信信号に含まれる前記第 1 の信号より長い周期を有する第 2 の信号の周波数のずれ量を検出し、前記第 1 の信号の周波数のずれ量と前記第 2 の信号の周波数のずれ量に基づいて、前記受信信号の周波数のずれ量を決定し、前記受信信号の周波数を調整することの特徴とする。

【0 0 0 8】

本発明の周波数調整装置の態様は、受信信号に含まれる短い周期性を有する第 1 の信号の周波数のずれ量を検出する第 1 の検出部と、前記受信信号に含まれる前記第 1 の信号より長い周期を有する第 2 の信号の周波数のずれ量を検出する第 2 の検出部と、前記第 1 の

検出部により検出された前記周波数のずれ量と前記第2の検出部により検出された周波数のずれ量に基づいて、前記受信信号の周波数のずれ量を決定する決定部と、前記決定部により決定された周波数のずれ量に基づき、前記受信信号の周波数を調整する周波数調整部とを具備している。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、雑音の影響を抑制でき、正確に周波数調整を行なうことが可能な周波数調整方法及び装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0011】

(第1の実施形態)

第1の実施形態は、粗調整をした信号に対して微調整するという方式ではなく、微調整を行なう時に粗調整に相当する調整を一括して行なうことを特徴とする。

【0012】

図1は、第1の実施形態に係る自動周波数調整方法を示している。この自動周波数調整方法は、データ信号に先立って送信され、送信側、受信側でその構成が既知のプリアンプルを用いて周波数を調整する。

【0013】

図1に示す受信信号106のフレーム構造は、例えばプリアンプルPRと、プリアンプルに続くヘッダHDと、ユーザデータUDとを含んでいる。プリアンプルPRは、例えば短い周期性を有する信号(短周期信号)A1(101)、A2(102)、A3(103)と、短周期信号に続き、短周期信号より長い周期性を有する信号(長周期信号)B1(104)、B2(105)とから構成されている。第1の実施形態において、短周期信号A1、A2、A3は互いに同一の信号であり、周期が例えばそれぞれ800ns(107)の信号とする。また、長周期信号B1、B2は互いに同一の信号であり、周期が例えばそれぞれ3200ns(109)の信号とする。

【0014】

プリアンプルの構成は任意であり、複数の短周期信号と、複数の長周期信号とから構成されていればよい。したがって、例えばIEEE 802.11aのフレーム構造に含まれるプリアンプル、あるいはその他、同様の構成を有するプリアンプルの信号に第1の実施形態を適用できる。

【0015】

まず、短周期信号を用いた周波数のずれ量検出の具体的な方法について説明する。受信機は、受信信号(106)を800ns(107)だけ遅延させた信号(108)を生成し、受信信号(106)と遅延させた受信信号(108)との相関値を算出する。ここで、複素数 $(a + bj)$ と $(c + dj)$ との相関値 $(x + yj)$ は $(a + bj)(c - dj)$ あるいは $(a - bj)(c + dj)$ で定義されるものとする。

【0016】

また、遅延量800ns(107)は、短周期信号A1、A2、A3が持つ周期に等しい。区間(111)のように、信号A1の遅延信号と信号A2の相関値に着目すると、信号A1と信号A2は同一の信号である。このため、周波数ずれ等の歪み、及び雑音の影響が無ければ、その値は純実数となることが期待される。周波数ずれのみが存在する場合、その周波数ずれに応じた相関値 $(x + yj)$ の位相 $(\text{atan}(y/x))$ が得られる。つまり、相関値の位相から周波数ずれ量を検出することができる。ここで、周波数ずれ量の検出は、単一時刻の相関値のみを用いてもよいし、近接する複数時刻の相関値を合成した値を用いてもよい。

【0017】

次に、長周期信号を用いた周波数ずれ量検出の具体的な方法を説明する。受信機は、受

受信信号(106)を3200ns(109)だけ遅延させた信号(110)を生成し、受信信号(106)と遅延させた受信信号(110)との相関値を算出する。遅延量3200ns(109)は、長周期信号B1、B2が持つ周期に等しい。図1(113)に示すように、遅延された信号B1と信号B2との相関値に着目すると、信号B1と信号B2は同一の信号であるから、周波数ずれ等の歪み、及び雑音の影響が無ければ、その値は純実数となることが期待される。周波数ずれのみが存在する場合、その周波数ずれに応じた相関値 $(x + yj)$ の位相 $(\text{atan}(y/x))$ が得られる。つまり、相関値の位相から周波数ずれ量を検出することできる。短周期信号を用いた周波数ずれ量検出と同様に、長周期信号を用いた周波数ずれ量検出は、単一時刻の相関値のみを用いてもよいし、近接する複数時刻の相関値を合成した値を用いてもよい。

【0018】

次いで、短周期信号を利用した周波数ずれの検出結果と、長周期信号を利用した周波数ずれの検出結果に基づいて、時刻(115)、あるいは時刻(115)以降の時刻から受信信号の周波数調整を行なう。

【0019】

一般に、相関値 $(x + yj)$ からその位相 $(\text{atan}(y/x))$ を求める際、 2π [rad]の整数倍の不確定性が含まれる。したがって、上記短周期信号A1、A2、A3を利用した周波数ずれ検出は、800nsの間に $-\pi$ の回転を生じさせる -625kHz ($=1/800 \times 10^{-9}/2$)から、800nsの間に $+\pi$ の回転を生じさせる $+625\text{kHz}$ が検出可能な範囲である。また、上記長周期信号B1、B2を利用した周波数ずれ検出は、3200nsの間に $-\pi$ の回転を生じさせる -156.25kHz ($=1/3200 \times 10^{-9}/2$)から、3200nsの間に $+\pi$ の回転を生じさせる $+156.25\text{kHz}$ が検出可能な範囲である。つまり、短周期信号A1、A2、A3を利用した周波数ずれ検出の方が、長周期信号B1、B2を利用した周波数ずれ検出より、検出可能な範囲が広い。

【0020】

一方、雑音等の影響で相関値の位相に誤差が生じる。しかし、短周期信号A1、A2、A3を利用した周波数ずれ検出において、1[rad]の誤差はおよそ100kHzの周波数誤差に相当する。これに対して、長周期信号B1、B2を利用した周波数ずれ検出において、1[rad]の誤差はおよそ25kHzの検出周波数誤差に相当する。つまり、相関値の位相誤差が同等であれば、長周期信号B1、B2を利用した周波数ずれ検出の方が、短周期信号A1、A2、A3を利用した周波数ずれ検出より検出誤差が小さい。

【0021】

すなわち、短周期信号A1、A2、A3を利用した周波数ずれ検出は、広い検出可能範囲を有し、長周期信号B1、B2を利用した周波数ずれ検出は、高い検出精度を有する。

【0022】

従来技術は、まず、短周期信号を利用して周波数ずれ量を検出し、この検出結果に基づいて、粗い周波数調整を行い、続いて、長周期信号を利用して周波数ずれ量を検出し、この検出結果に従って高精度な周波数調整を行っていた。従来技術に倣うと、図1に示す図1(113)において、長周期信号を利用して周波数ずれ量を検出する場合、時刻(114)には短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果に基づく粗い周波数調整を開始していなければならない。つまり、少なくとも時刻(114)には短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果が確定している必要がある。

【0023】

これに対して、第1の実施形態によれば、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果と、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果に基づき、時刻(115)あるいは時刻(115)以降の時刻において周波数調整を開始すればよい。このため、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果は、時刻(114)より後に確定してもよい。つまり、第1の実施形態は、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果の確定を待つことなく、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出を開始できる。このため、受信信号の周波

数ずれ量を決定するために要する時間を短縮できる。

【0024】

また、第1の実施形態によれば、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出区間を設定する際の自由度が増す。さらに、周波数ずれ量を検出する検出回路の設計にも自由度を与えるという利点を有している。

【0025】

また、第1の実施形態によれば、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出と、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出の順序を問わない。このため、柔軟なプリアンプルの設計、及び受信機の回路設計が可能となる効果を有している。

【0026】

第1の実施形態は、800 ns と、3200 ns の2種類の周期性を有する信号を組み合わせた構成のプリアンプルを用いて説明した。しかし、これに限定されるものではなく、3種類以上の周期性を有する信号を組み合わせた構成のプリアンプルについて第1の実施形態を適用することが可能である。

【0027】

(第2の実施形態)

図2、図3、図4及び図5は、周波数ずれ量の範囲を示す領域の選択方法を示している。図1に示す区間(112)において、受信信号(106)と800 ns 遅延させた受信信号(108)の相関値の位相から、短周期信号を利用して周波数のずれ量を検出する場合について説明する。

【0028】

図2において、 θ (201) は予め定めた位相閾値である。相関値の位相が $-\theta$ 以上、且つ $+\theta$ 未満であれば領域(0) (202)を選択する。相関値の位相が $+\theta$ 以上、且つ $+\pi$ 未満であれば領域(+) (203)を選択し、相関値の位相が $-\pi$ 以上、且つ $-\theta$ 未満であれば領域(-) (204)を選択する。

【0029】

次に、図1に示す区間(113)において、受信信号(106)と3200 ns 遅延させた受信信号(110)の相関値の位相から、長周期信号を利用した周波数ずれ量を検出する場合について説明する。

【0030】

上記短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による領域判定の結果、図2に示す領域(0) (202)が選択されている場合、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相から、図3に示すように、 $-156.25 \text{ kHz} \sim +156.25 \text{ kHz}$ の範囲で周波数ずれ量を決定する。

【0031】

同様に、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による領域判定の結果、図2に示す領域(+) (203)が選択されている場合、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出の相関値の位相から、図4に示すように、 $-78.125 \text{ kHz} \sim +234.375 \text{ kHz}$ の範囲で周波数ずれ量を決定する。

【0032】

さらに、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による領域判定の結果、図2に示す領域(-) (204)が選択されている場合、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出の相関値の位相から、図5に示すように、 $-234.375 \text{ kHz} \sim +78.125 \text{ kHz}$ の範囲で周波数ずれ量を決定する。

【0033】

ここで、強調すべきは、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果が必要とされるのは、受信信号の周波数ずれ量を決定する時点であり、長周期信号を利用した周波数ずれ量の相関値を算出する時点ではないことである。

【0034】

第2の実施形態によれば、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出は、領域判定とい

う粗い精度の判定のみ行なっている。つまり、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出に要求される検出精度を限定している。このため、回路規模を削減することが可能となり、受信機を簡易な回路で実現することができる。

【0035】

図6は、第1、第2の実施形態に係る方法を実施するための自動周波数調整装置の一例を示している。図6において、受信信号601は、例えばアンテナにより受信され、中間周波信号に変換された後、アナログ／デジタル変換された信号である。この受信信号はタイミング制御部602、第1の周波数ずれ検出部603、第2の周波数ずれ検出部604に供給される。タイミング制御部602は、受信信号601に含まれるプリアンプのうち、短周期信号、長周期信号を抽出するためのタイミング信号や、各部の動作制御するタイミング信号を発生する。第1の周波数ずれ検出部603は、短周期信号の周波数ずれ量を検出する。第2の周波数ずれ検出部604は、長周期信号の周波数ずれ量を検出する。周波数ずれ量決定部607は、第1、第2の周波数ずれ検出部603、604の出力信号より、受信信号の周波数のずれ量を検出する。周波数ずれ量決定部607の出力信号は、受信信号とともに周波数調整部608に供給される。この周波数調整部608は、例えばNCO (Numerically Controlled Oscillator) と複素乗算器を含んでおり、周波数ずれ量決定部607から供給されるずれ量に応じて受信信号の周波数を調整する。この周波数調整部608の出力信号は復調部609に供給され、この復調部609において、ヘッダやユーザデータを含む受信データ610が復調される。この受信データ610は、図示せぬ媒体アクセス制御 (MAC) 層に供給される。

【0036】

図7(a)は、前記第1の周波数ずれ検出部603の一例を示している。第1の周波数ずれ検出部603は、遅延回路603aと相関演算部603bにより構成されている。遅延回路603aは、受信信号 $(a + bj)$ を例えば800ns遅延する。この遅延された受信信号 $(c + dj)$ と受信信号 $(a + bj)$ は、相関演算部603bに供給される。この相関演算部603bは、例えば位相比較器と乗算器により構成され、例えば $(a + bj)(c - dj)$ を演算して相関値 $(x + yj)$ を求め、さらに相関値の位相 $(\text{atan}(y/x))$ を出力する。

【0037】

図7(b)は、前記第2の周波数ずれ検出部604の一例を示している。第1の周波数ずれ検出部604は、遅延回路604aと相関演算部604bにより構成されている。遅延回路604aは、受信信号 $(a + bj)$ を例えば3200ns遅延する。この遅延された受信信号 $(e + fj)$ と受信信号 $(a + bj)$ は、相関演算部604bに供給される。この相関演算部604bは、例えば位相比較器により構成され、例えば $(a + bj)(e - fj)$ を演算して相関値 $(o + pj)$ を求め、さらに相関値の位相 $(\text{atan}(p/o))$ を出力する。

【0038】

図8は、前記周波数ずれ量決定部607の一例を示している。周波数ずれ量決定部607は、領域判定部607aとずれ量演算部607bとにより構成されている。領域判定部607aは、第1の周波数ずれ検出部603から供給される相関値の位相から、図2に示すずれ量の領域を判定する。すなわち、領域判定部607aは、相関値の位相 $(\text{atan}(y/x))$ が、 $+\theta \leq \text{atan}(y/x) < \pi$ 、 $-\theta \leq \text{atan}(y/x) < +\theta$ 、 $-\pi \leq \text{atan}(y/x) < -\theta$ のうちのどの範囲に含まれるかを判定する。領域判定部607aから出力される判定結果は、第2の周波数ずれ検出部604から供給される相関値の位相 β とともに、ずれ量演算部607bに供給される。ずれ量演算部607bは、領域判定部607aから供給される判定結果に応じて、第2の周波数ずれ検出部604から供給される相関値より、受信信号の周波数ずれ量を決定する。すなわち、領域判定結果が(+)の場合、ずれ量を $(\beta + 2\pi)$ に決定し、領域判定結果が(0)の場合、ずれ量を (β) に決定し、領域判定結果が(-)の場合、ずれ量を $(\beta - 2\pi)$ に決定する。

【0039】

図 6 乃至図 8 に示す自動周波数調整装置によれば、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果が必要とされるのは、受信信号の周波数ずれ量を決定する時点であり、長周期信号を利用した周波数ずれ量の相関値を算出する時点ではない。したがって、第 1 の周波数ずれ検出部 6 0 3、及び領域判定部 6 0 7 a は、高速処理が要求されないため、回路設計のマージンを大きくすることができる。

【 0 0 4 0 】

また、領域判定部 6 0 7 a は、相関値の属する領域を選択するという粗い精度の判定のみを行なう。このため、領域判定部 6 0 7 a を、例えば比較器からなる簡単な回路により構成できる。

【 0 0 4 1 】

また、粗調整と微調整を順次行なう従来の周波数調整方法は、粗調整をした信号と、微調整した信号に別の差分信号を掛ける必要がある。このため、周波数調整部は、異なる信号を発生する 2 つの N C O を有するか、1 つの N C O により 2 種類の信号を発生させる必要がある。したがって、周波数調整部の構成が複雑化する。しかし、第 1 の実施形態の場合、微調整と粗調整を同時に実行しているため、受信信号に 1 種類の信号を掛ければよい。したがって、1 つの N C O により 1 種類の信号を発生すればよい。N C O を簡単化できる利点を有している。

【 0 0 4 2 】

(第 3 の実施形態)

次に、第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態は、受信周波数の周波数ずれ量を決定する方法が第 2 の実施形態と異なっている。尚、短周期信号を利用した周波数ずれ量の領域判定方法は、第 2 の実施形態と同様であるため、説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

図 1 に示す区間 (1 1 3) において、受信信号 (1 0 6) と 3 2 0 0 n s 遅延させた受信信号 (1 1 0) の相関値の位相から、長周期信号を利用した周波数ずれ検出を行なう場合について説明する。上記短周期信号を利用した周波数ずれ検出による領域判定の結果、図 2 に示す領域 (0) (2 0 2) が選択されている場合、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相と、短周期信号を利用した周波数ずれ検出による相関値の位相を $1/4$ にしたものとの平均値を求める。この平均値から、図 3 に示すように、 $-156.25 \text{ kHz} \sim +156.25 \text{ kHz}$ の範囲で周波数ずれ量を決定する。

【 0 0 4 4 】

同様に、領域判定の結果、図 2 に示すように、領域 (+) (2 0 3) が選択されている場合、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相と、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相を $1/4$ にしたものとの平均値を求める。この平均値から、図 4 に示すように $-78.125 \text{ kHz} \sim +234.375 \text{ kHz}$ の範囲で周波数ずれ量を決定する。

【 0 0 4 5 】

さらに、領域判定の結果、図 2 に示す領域 (-) (2 0 4) が選択されている場合、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相と、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相を $1/4$ にしたものとの平均値を求める。この平均値から、図 5 に示すように、 $-234.375 \text{ kHz} \sim +78.125 \text{ kHz}$ の範囲で周波数ずれ量を決定する。

【 0 0 4 6 】

第 3 の実施形態においても第 1、第 2 の実施形態と同様に、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果が必要とされるのは、周波数ずれ量を決定する時点であり、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出相関値を算出する時点ではないことである。

【 0 0 4 7 】

第 3 の実施形態によれば、短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果と、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出結果とを合成し、この合成結果から受信信号の周波数ずれ量を決定している。このため、雑音の影響を低減できる。したがって、雑音の影響が小

さい自動周波数調整方法を実現できる。

【0048】

図9は、第3の実施形態を実施するための自動周波数調整装置を示すものであり、図6の一部のみを示している。図9において、周波数ずれ量決定部607は、領域判定部607aと、ずれ量演算部607cとにより構成されている。ずれ量演算部607cは、第1の周波数ずれ検出部603から供給される相関値の位相(α)、及び領域判定部607aから出力される判定結果を受ける。さらに、ずれ量演算部607cは、第2の周波数ずれ検出部604から出力される相関値の位相(β)を受ける。

【0049】

ずれ量演算部607cは、領域判定結果に応じて、次に示す平均値を演算し、受信信号の周波数ずれ量を決定する。すなわち、領域判定結果が(+)である場合、 $(\alpha/4 + \beta + 2\pi)/2$ を演算し、領域判定結果が(0)である場合、 $(\alpha/4 + \beta)/2$ を演算し、領域判定結果が(-)である場合、 $(\alpha/4 + \beta - 2\pi)/2$ を演算する。周波数ずれ量決定部607から出力される周波数ずれ量は、周波数調整部608に供給される。

【0050】

第3の実施形態によれば、ずれ量演算部607cは、領域判定結果に応じて、第1の周波数ずれ検出部603から供給される相関値の位相 α と、第2の周波数ずれ検出部604から供給される相関値の位相 β との平均値を求めている。このため、パケット先頭に含まれる雑音の影響を抑制することができ、受信周波数のずれ量を正確に決定できる。したがって、受信信号の周波数を正確に調整できる。

【0051】

第3の実施形態は、 $1/4$ にした短周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相 α と、長周期信号を利用した周波数ずれ量の検出による相関値の位相 β との平均値を求めるという方法を用いた。しかし、これに限らず、相関値、あるいは周波数ずれ量を合成してもよい。あるいは、平均値の代わりに、相関値の位相に重み付けをして合成することも可能である。

【0052】

(第4の実施形態)

図10は、第4の実施形態に係わり、図6と同一部分には同一符号を付す。第4の実施形態において、周波数ずれ量決定部701は、現在のフレームの情報と、過去のフレームの情報に基づいて周波数ずれ量を決定する。

【0053】

図10において、第1の記憶部605は、第1の周波数ずれ検出部603及び周波数ずれ量決定部701に接続されている。第1の記憶部605は、第1の周波数ずれ検出部603により検出された例えば相関値の位相を周波数ずれ情報としてフレーム毎に記憶する。第2の記憶部606は、第2の周波数ずれ検出部604及び周波数ずれ量決定部701に接続されている。第2の記憶部606は、第2の周波数ずれ検出部604により検出された例えば相関値の位相を周波数ずれ情報としてフレーム毎に記憶する。

【0054】

周波数ずれ量決定部701は、タイミング制御部602の出力に従い、第1の記憶部605に記憶されている過去の短周期信号による周波数ずれ情報と、第1の周波数ずれ検出部603から供給される現在の受信信号の短周期信号による周波数ずれ情報と、第2の記憶部606に記憶されている過去の受信信号の長周期信号による周波数ずれ検出結果と、第2の周波数ずれ検出部604から供給される現在の受信信号の長周期信号による周波数ずれ情報とを合成する。この合成結果より現在の受信信号に対する周波数調整のための周波数ずれ量を決定する。

【0055】

図11は、第1の記憶部605と周波数ずれ量決定部701の構成を概略的に示している。周波数ずれ量決定部701は、例えば記憶部701aと、演算部701bと、領域判定部607aと、ずれ量演算部607bとを有している。記憶部701aは、現フレーム

、1フレーム前…Nフレーム前の周波数ずれ情報に対応した重み情報 W_0 、 W_1 … W_n を記憶している。演算部701bは、第1の周波数ずれ検出部603から供給される現フレームの周波数ずれ情報 F_0 、及び第1の記憶部605から供給される1フレーム前…Nフレーム前の周波数ずれ情報 F_1 … F_n に、対応する重み情報 W_0 、 W_1 … W_n を付加する。すなわち、演算部701bは、次式を演算することにより、短周期信号による周波数のずれ情報 S_1 を求める。

【0056】

$$S_1 = F_n W_n + \dots + F_2 W_2 + F_1 W_1 + F_0 W_0$$

上記領域判定部607aは、上記求めた周波数のずれ情報 S_1 に基づき、上記領域判定を行なう。さらに、演算部701bは、第2の周波数ずれ検出部603及び第2の記憶部606から供給される現フレーム、1フレーム前…Nフレーム前の周波数ずれ情報 F_0 、 F_1 … F_n に、対応する重み情報 W_0 、 W_1 … W_n を付加し、長周期信号による周波数のずれ情報 S_2 を求める。この情報 S_2 を求める演算は、演算部701bとは異なる情報 S_2 専用の演算部により演算してもよい。ずれ量演算部607bは、周波数のずれ情報 S_2 と、領域判定部607aの判定結果に基づき、現フレームの周波数のずれ量を演算する。この算出されたずれ量は、周波数調整部608に供給される。周波数調整部608は、供給されたずれ量に応じて、受信信号の周波数を調整する。

【0057】

第4の実施形態によれば、複数の受信信号から検出された周波数のずれ情報を第1、第2の記憶部605、606に記憶し、第1、第2の記憶部605、606に記憶に記憶された過去の周波数ずれ情報と、現在検出された周波数のずれ情報とを合成し、この合成された周波数のずれ情報から周波数ずれ量を決定している。このため、雑音の影響を低減できる。

【0058】

また、周波数ずれ情報に対する重み付けを、例えば過去の情報に対して小さくしてもよい。さらに、上記重み付け加算に替えて、現在から過去の周波数ずれ情報の平均値を計算し、この平均値に基づいて処理しても良い。このような構成とすることにより、雑音の影響を低減でき、周波数調整の精度を向上できる。

【0059】

さらに、合成に用いるフレーム数を適切に設定することにより、第1の周波数ずれ検出部603、第2の周波数ずれ検出部604を間欠的に動作させることにより、消費電力を低減することも可能である。

【0060】

(第5の実施形態)

図12は、第5の実施形態を示している。第4の実施形態は、過去の周波数ずれ情報に基づいて現在の受信信号の周波数を調整していた。これに対して、第5の実施形態は、現在受信している送信元の過去の周波数ずれ情報を記憶しておき、この記憶された過去の周波数ずれ情報に基づいて、受信信号の周波数を調整する。尚、図12において、図10と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。

【0061】

第1の記憶部701、第2の記憶部702及び送信元記憶部704は、周波数ずれ量決定部703に接続されている。第1の記憶部701及び第2の記憶部702は、送信元情報 T_1 … T_n に対応して、その送信元の過去の周波数ずれ情報 F_1 … F_n を記憶している。この送信元情報 T_1 … T_n は、例えばMAC層から供給される。すなわち、第1の記憶部701は送信元情報に対応して、第1の周波数ずれ検出部603から供給される短周波数信号に対応した周波数ずれ情報を記憶する。また、第2の記憶部702は送信元情報に対応して、第2の周波数ずれ検出部604から供給される長周波数信号に対応した周波数ずれ情報を記憶する。送信元記憶部704は、MAC層から供給される送信元情報 T_1 … T_n を記憶する。

【0062】

周波数ずれ量決定部 703 は、例えば図 11 に示すように、演算部 701b、領域判定部 607a、ずれ量演算部 607b を有している。周波数ずれ量決定部 703 は、タイミング制御部 602 から供給されるタイミング信号と送信元記憶部 704 から供給される送信元情報に従い、第 1 の記憶部 701 に記憶されている同一送信元からの過去の短周期信号に対応する周波数ずれ情報（相関値の位相）と、第 1 の周波数ずれ検出部 603 から供給される現在の受信信号の短周期信号に対応した周波数ずれ情報（相関値の位相）を受け取る。演算部 701b は、同一送信元からの過去の短周期信号に対応した周波数ずれ情報（相関値の位相）と、現在の受信信号の短周期信号に対応した周波数ずれ情報（相関値の位相）との例えば合成値（加算値）を求める。領域判定部 607a は、この合成値から周波数ずれの領域を判定する。

【0063】

さらに、周波数ずれ量決定部 703 は、タイミング制御部 602 から供給されるタイミング信号と送信元記憶部 704 から供給される送信元情報に従い、第 2 の記憶部 702 に記憶されている同一送信元からの過去の長周期信号に対応する周波数ずれ情報（相関値の位相）と、第 2 の周波数ずれ検出部 604 から供給される現在の受信信号の長周期信号に対応した周波数ずれ情報（相関値の位相）を取り込む。演算部 701b は、同一送信元からの過去の長周期信号に対応した周波数ずれ情報（相関値の位相）と、現在の受信信号の長周期信号に対応した周波数ずれ情報（相関値の位相）との例えば合成値（加算値）を求める。ずれ量演算部 607b は、領域判定部 607a の出力信号と演算部 701b から供給された周波数ずれ情報とから受信信号の周波数ずれ量を演算する。

【0064】

周波数調整部 608 は、周波数ずれ量決定部 703 の出力する周波数ずれ量に従い、受信信号 601 の周波数を調整する。復調部 609 は受信信号を復調し、受信データ 610 を抽出して MAC 層に供給する。MAC 層は受信データ 610 より、送信元を示す情報を抽出し、第 1、第 2 の記憶部 701、702、及び送信元記憶部 704 に供給する。

【0065】

上記第 5 の実施形態によれば、現在受信している送信元の過去の周波数ずれ情報を記憶しておき、この記憶された過去の周波数ずれ情報に基づいて、受信信号の周波数を調整する。このため、通信相手局毎に搬送波周波数がばらつく状況においても、通信相手局毎に周波数ずれ量を決定し、周波数を調整できるため、雑音の影響を低減できる。

【0066】

第 5 の実施形態においても、第 1、第 2 の周波数ずれ検出部 603、604 を間欠的に動作させることにより、消費電力を低減することが可能である。

【0067】

（第 6 の実施形態）

図 13 は、第 6 の実施形態を示している。第 6 の実施形態は、第 5 の実施形態に加えて送信周波数も調整可能としている。図 13 において、図 12 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。

【0068】

図 13 において、周波数ずれ量決定部 703 から出力される周波数ずれ量は、受信信号の周波数調整部 608 ばかりでなく、例えば無線 LAN の送信機を構成する送信周波数調整部 801 にも供給される。この送信周波数調整部 801 は、周波数ずれ量決定部 703 から供給される周波数ずれ量に応じて送信信号の周波数を調整する。

【0069】

第 6 の実施形態によれば、送信元情報に基づき周波数ずれ量を決定し、受信信号の周波数及び送信信号の周波数を調整している。したがって、通信相手の搬送波周波数に対応して送信信号の周波数を調整できるため、通信相手における受信周波数のずれを低減することができる。

【0070】

第 6 の実施形態は、送信、受信の搬送波周波数が同一のシステムに好適である。しかし

、送信、受信の搬送波周波数が異なるシステムに適用することも可能である。

【0071】

また、第1乃至第6の実施形態は、無線LANに限定されるものではなく、周期性の短いパケットや周期性の長いパケットを用いる通信システムに適用することが可能である。

【0072】

その他、本発明の要旨を変えない範囲において種々変形実施可能なことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の第1の実施形態を示すものであり、自動周波数調整方法を示す図。

【図2】本発明の第2の実施形態を示すものであり、領域判定を説明する図。

【図3】本発明の第2の実施形態を示すものであり、周波数ずれ量の範囲を説明する図。

【図4】本発明の第2の実施形態を示すものであり、周波数ずれ量の範囲を説明する図。

【図5】本発明の第2の実施形態を示すものであり、周波数ずれ量の範囲を説明する図。

【図6】本発明の第1、第2の実施形態に係る自動周波数調整装置を示す構成図。

【図7】図7（a）（b）は、図6の一部を示す構成図。

【図8】図6の一部を示す構成図。

【図9】本発明の第3の実施形態に係り、自動周波数調整装置の一部を示す構成図。

【図10】本発明の第4の実施形態を示す構成図。

【図11】図10の一部を示す構成図。

【図12】本発明の第5の実施形態に係り、自動周波数調整装置を示す構成図。

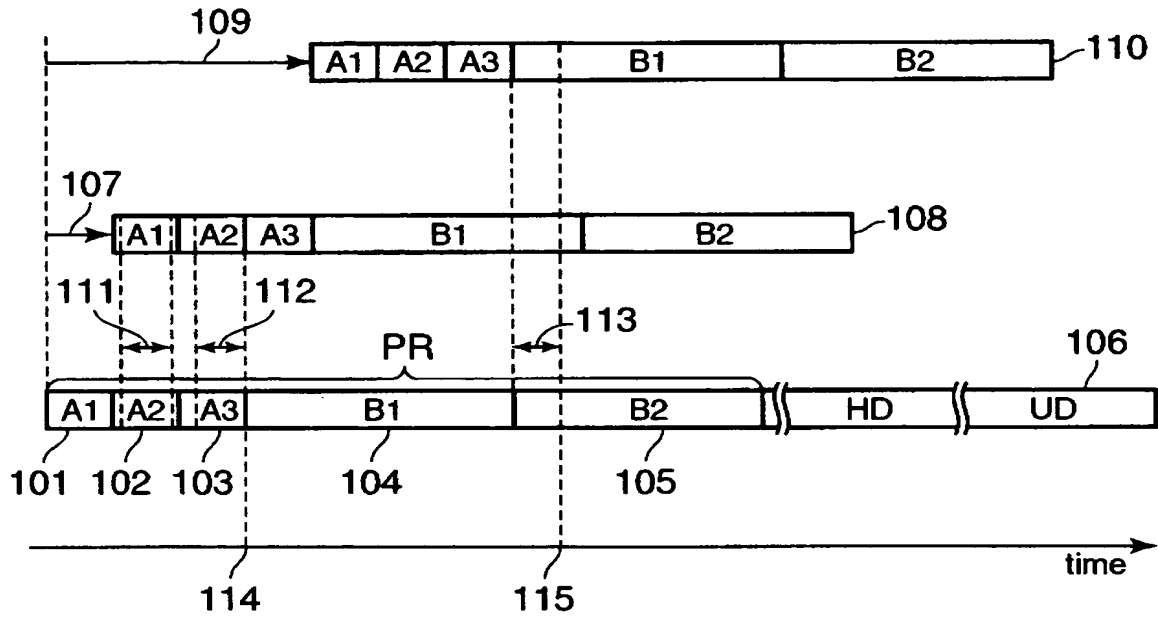
【図13】本発明の第6の実施形態に係り、自動周波数調整装置を示す構成図。

【符号の説明】

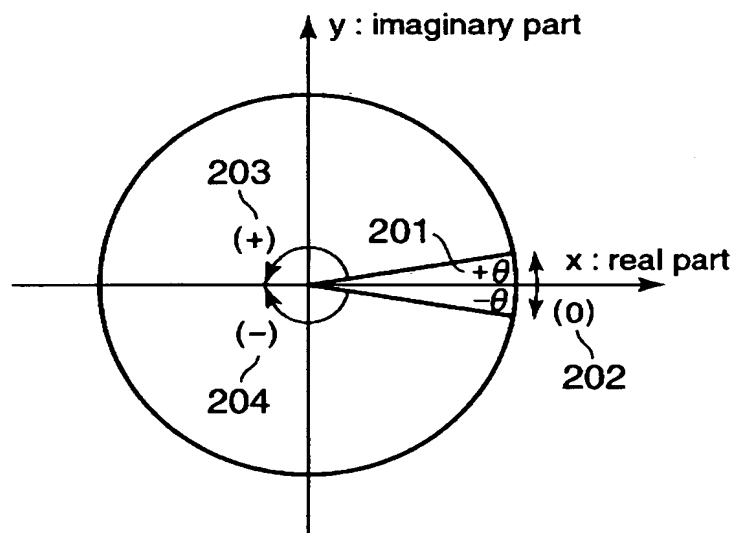
【0074】

106、601…受信信号、PR…プリアンプ、A1、A2、A3…短周期信号、B1、B2…長周期信号、603…第1の周波数ずれ検出部、604…第2の周波数ずれ検出部、605、701…第1の記憶部、606、702…第2の記憶部、607、701、703…周波数ずれ量決定部、608…周波数調整部、607a…領域判定部、607b…ずれ量演算部、704…送信元記憶部。

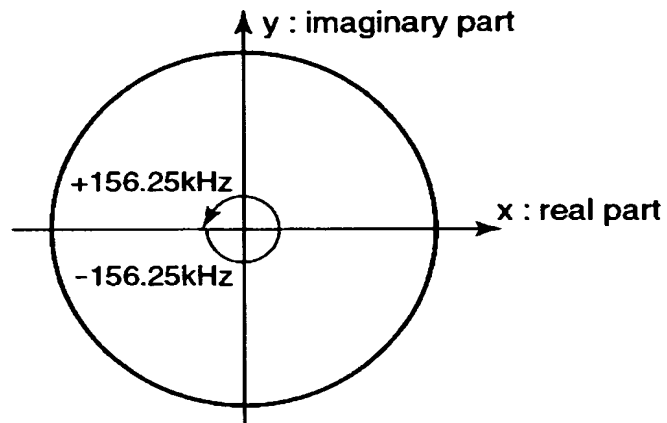
【書類名】 図面
【図 1】



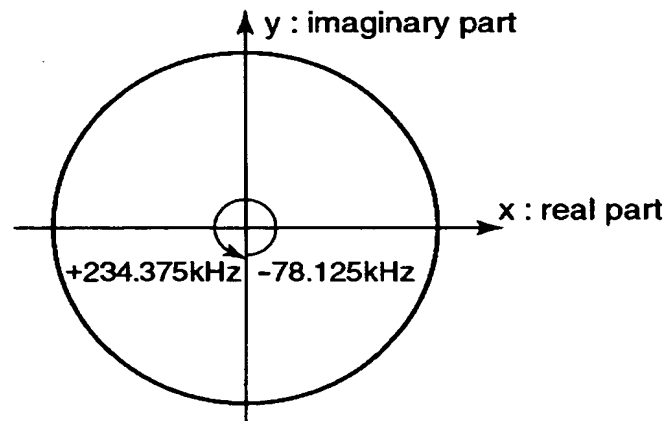
【図 2】



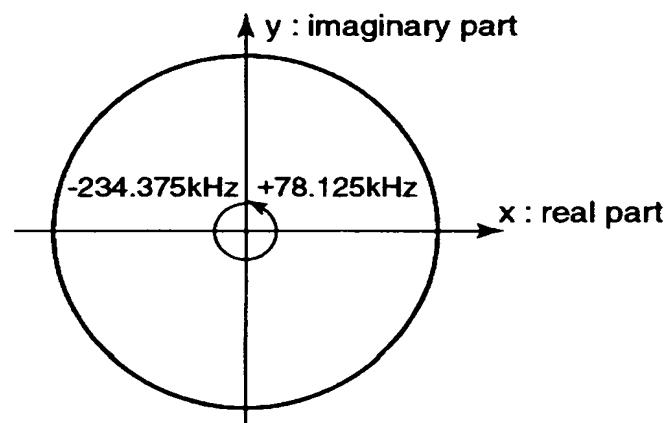
【図 3】



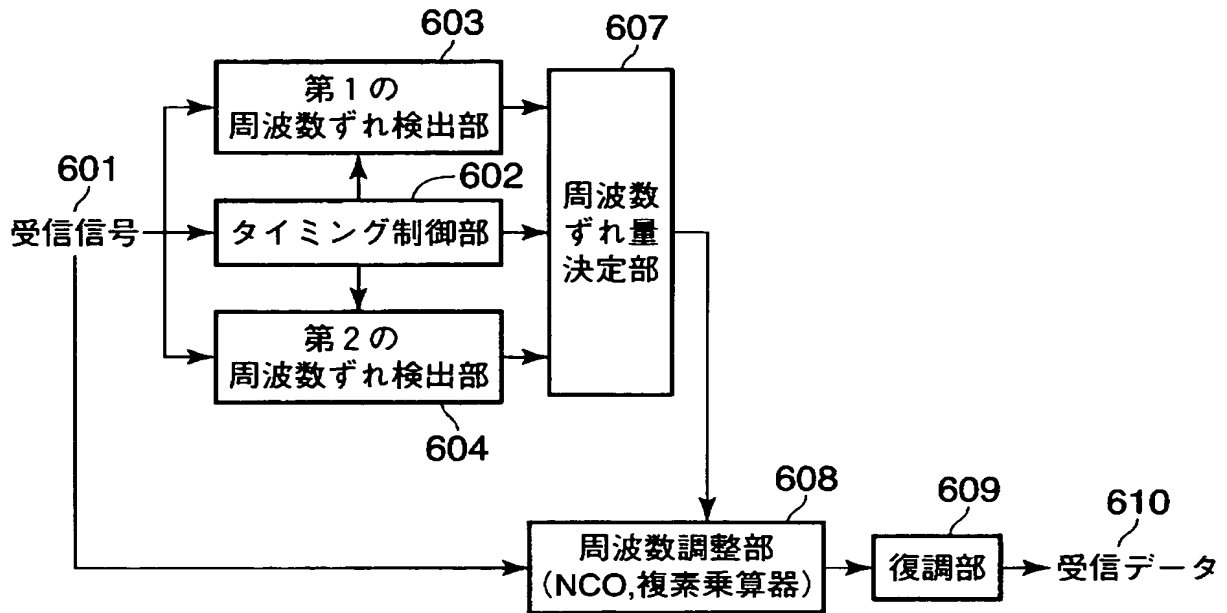
【図 4】



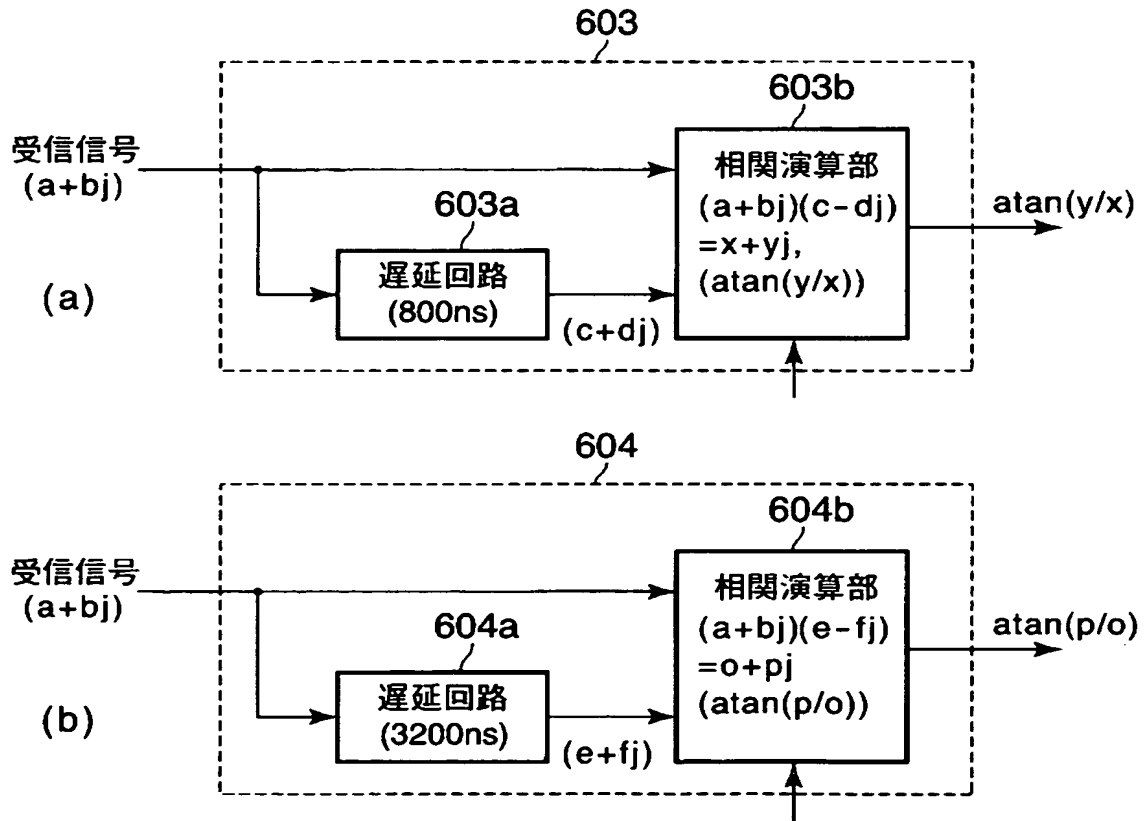
【図 5】



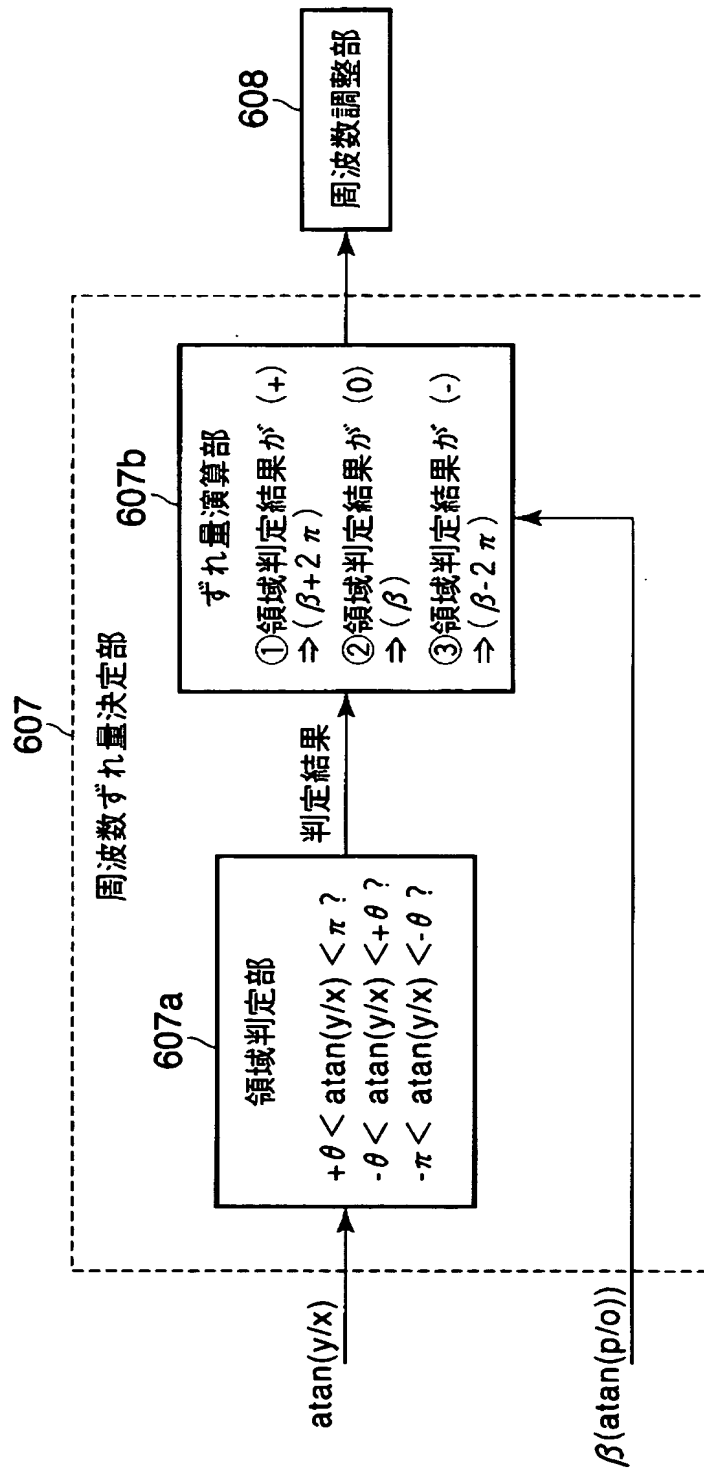
【図 6】



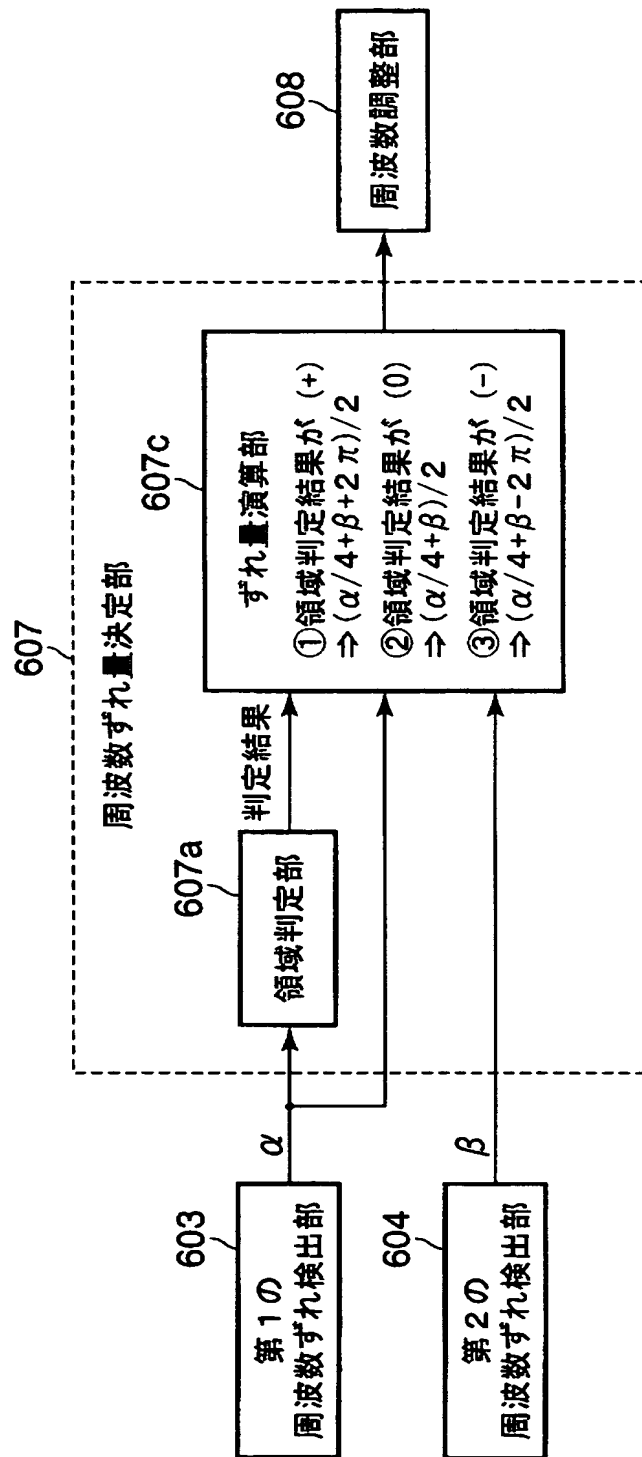
【図 7】



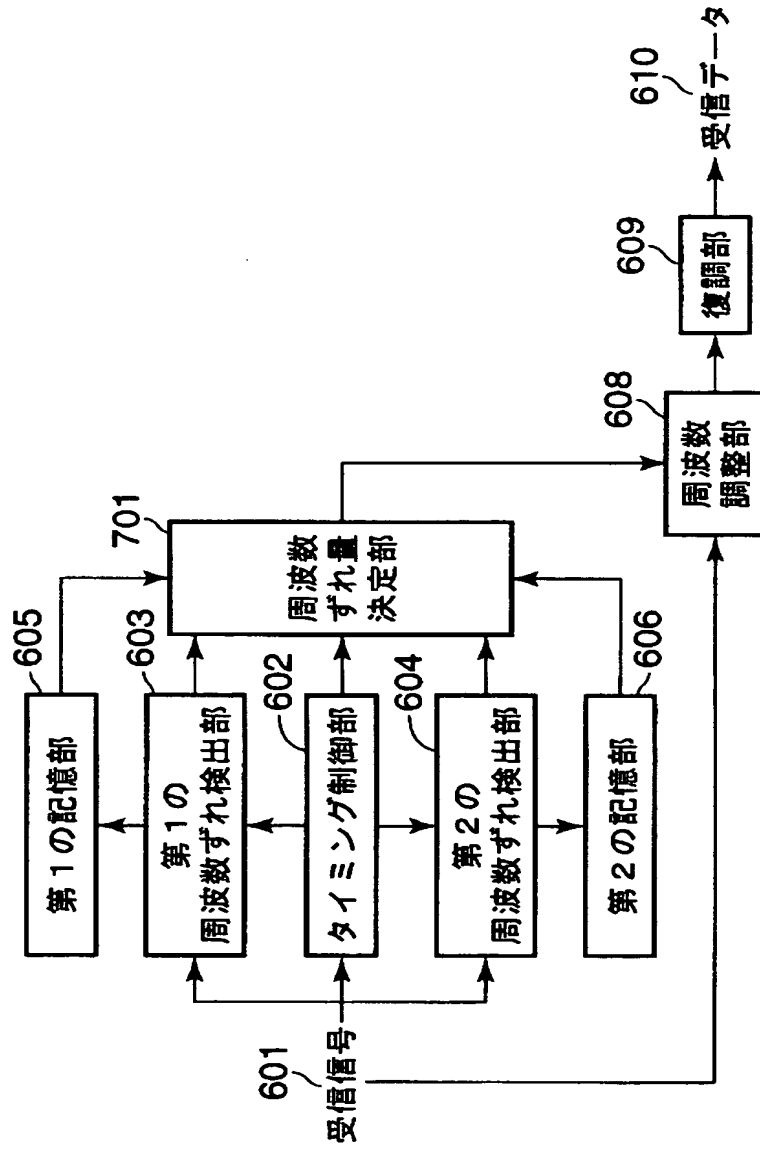
【図 8】



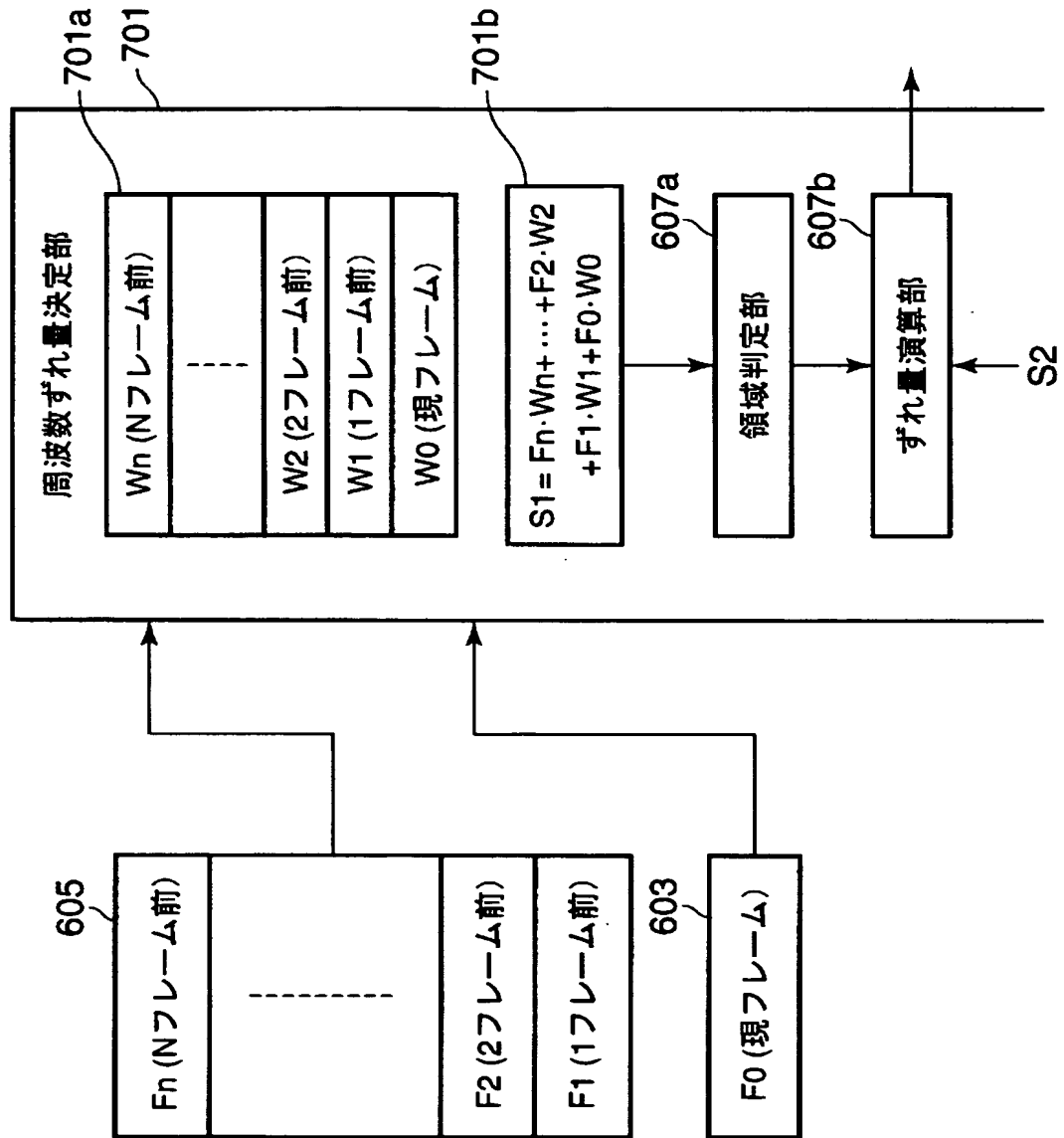
【図 9】



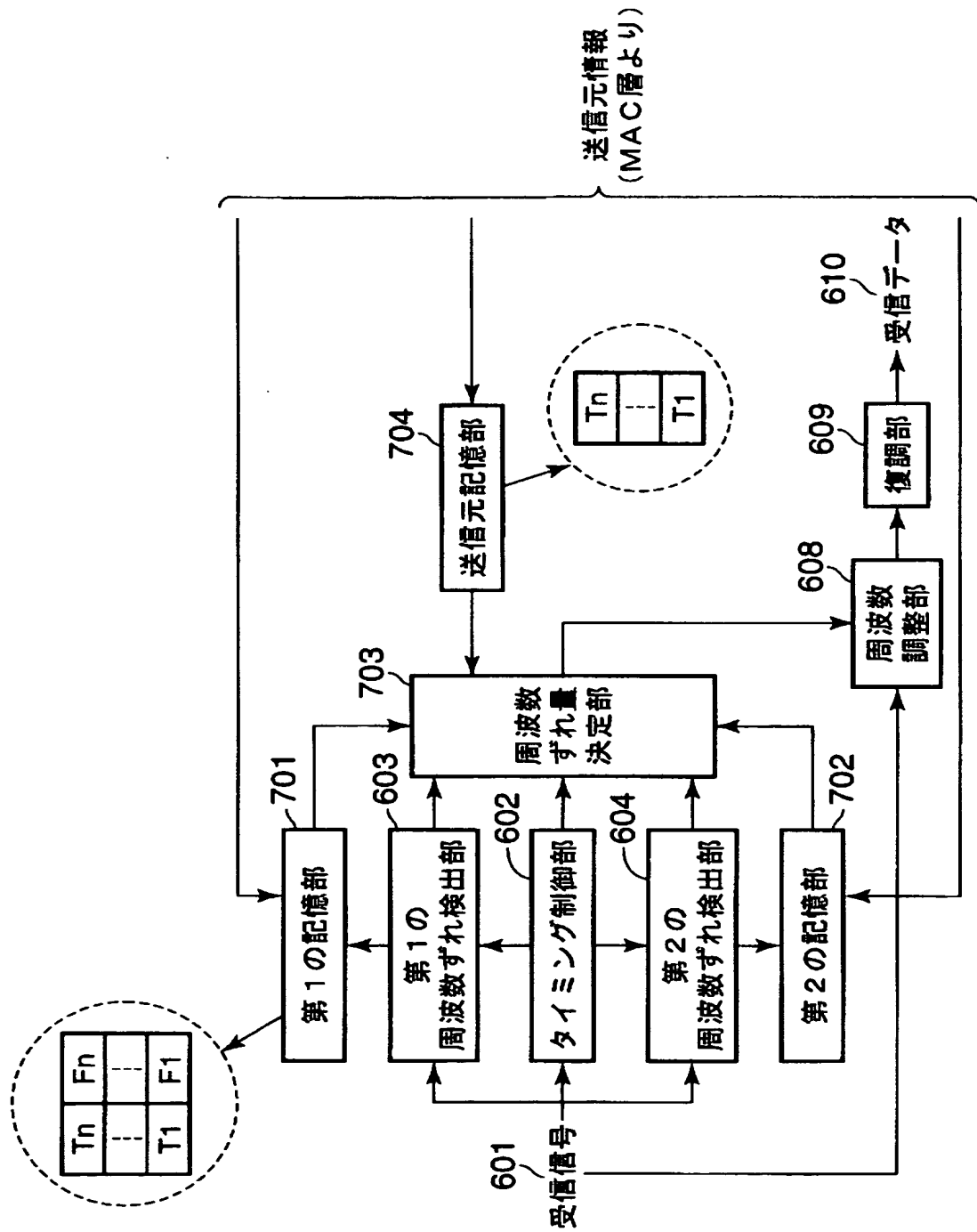
【図 10】



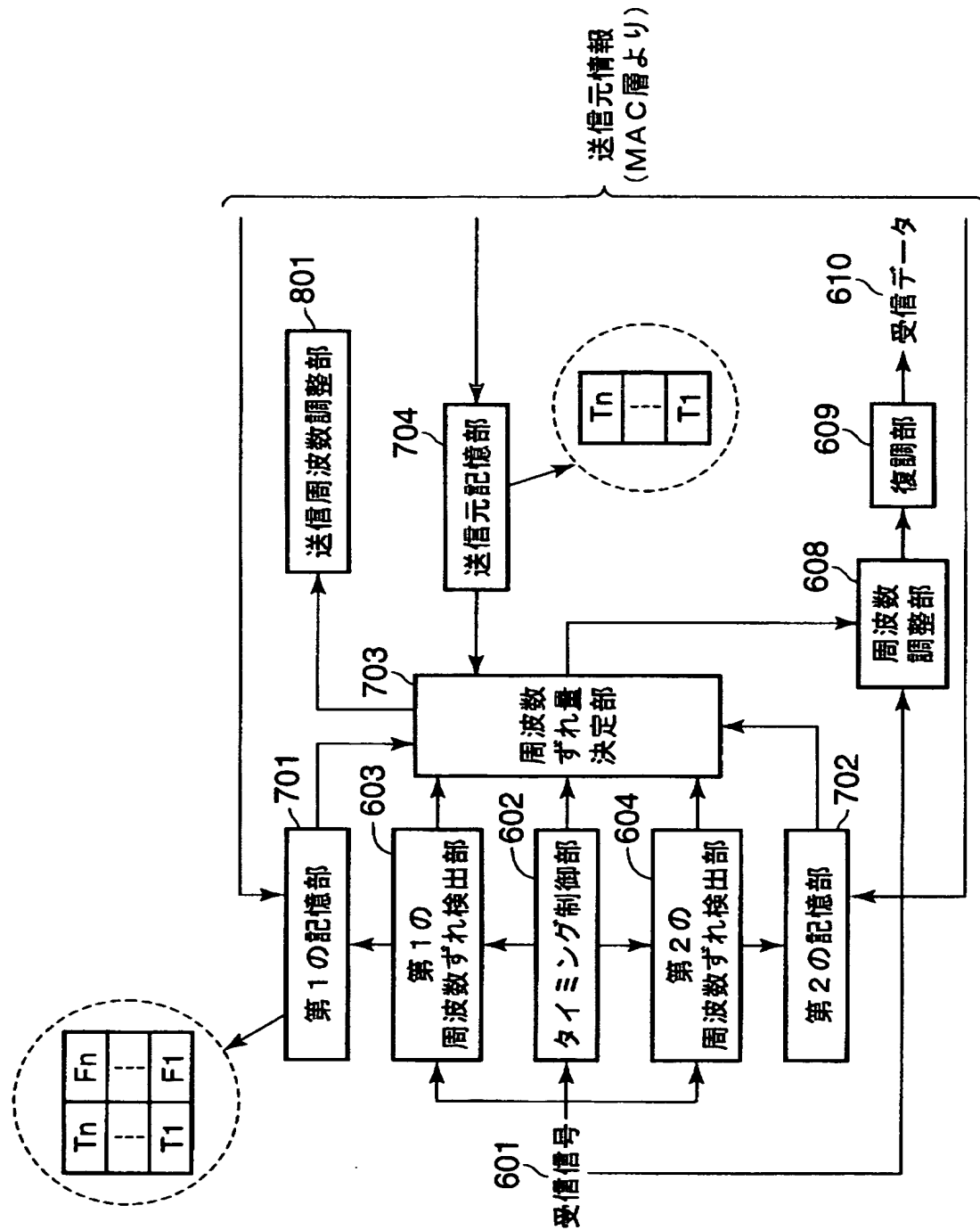
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 雑音の影響を抑制して、正確に周波数調整を行なうことが困難であった。

【解決手段】 受信信号(106)に含まれる短い周期性を有する第1の信号(A1, A2, A3)の周波数のずれ量を検出し、受信信号に含まれる第1の信号より長い周期を有する第2の信号(B1, B2)の周波数のずれ量を検出し、検出された第1の信号の周波数のずれ量と第2の信号の周波数のずれ量に基づいて、受信信号の周波数のずれ量を決定し、受信信号の周波数を調整する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 3 1 4 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 7 月 2 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
氏 名	株式会社東芝

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.